

## FORMATION OF PATTERN AND THIN-FILM MAGNETIC HEAD

Patent Number: JP5054327  
Publication date: 1993-03-05  
Inventor(s): KITO MAKOTO; others: 03  
Applicant(s): HITACHI LTD  
Requested Patent: JP5054327  
Application Number: JP19910216954 19910828  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/31, H01F41/14  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To pattern a work, such as Permalloy(R), with high accuracy by using a diamond film formed from a gaseous phase as a resist layer.

**CONSTITUTION:** A resist pattern is transferred by an org. high-polymer layer 4 to a 1st layer 3 mainly consisting of diamond and the thin film to be worked is etched with this 1st layer 3 as a mask to form the prescribed pattern. The 1st layer 3 formed of the layer mainly consisting of the diamond has the resistance to high energy ions for ion milling, etc., higher by 5 to 10 times the resistance thereto of magnetic materials and zirconia and can be used as the sufficient etching mask even at a small film thickness. Finer track pitches are obtd. with higher accuracy in this way.

.....  
Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-54327

(43) 公開日 平成5年(1993)3月5日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/31	A	7247-5D		
H 0 1 F 41/14		7371-5E		
// H 0 5 K 3/08	B	6921-4E		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-216954

(22) 出願日 平成3年(1991)8月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 鬼頭 諒

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 藤巻 成彦

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 竹元 一成

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

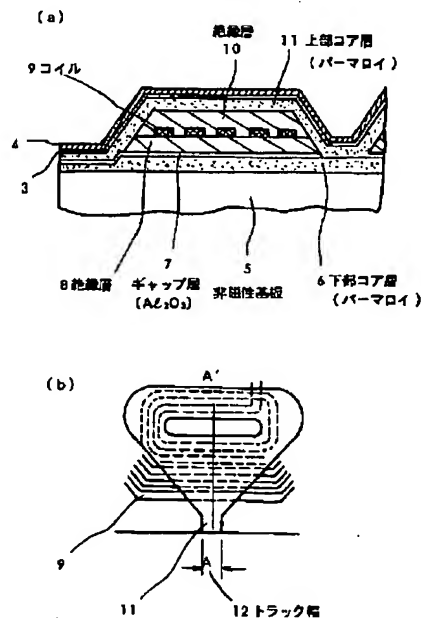
(54) 【発明の名称】 パターン形成方法および薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【構成】 パーマロイ膜上にダイヤモンド層とSiを含む有機高分子層を積層し、この有機高分子層をフォトリソグラフィでパターン化し、次いで上記パターンを酸素プラズマエッチングにより上記ダイヤモンド層に転写し、このダイヤモンド層のパターンを用いてパーマロイ膜をイオンミリングする。

【効果】 ダイヤモンド層は耐イオンミリング性が高いためその膜厚を薄くすることができ、これにより薄膜磁気ヘッド等のパーマロイ膜を精度よく微細化することができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板表面の被加工材のレジストのない部分を物理スパッタ法によりエッチングして除去するパターン形成方法において、気相から形成したダイヤモンド膜を上記レジスト層として用いることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 請求項1において、上記被加工材をパーマロイとしたことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】 薄膜磁気ヘッドにおいて、磁気トラックを形成する気相から形成したダイヤモンド膜をレジスト層としてパターン加工したパーマロイ層の磁気トラックを備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はリソグラフィ技術を用いた表面の微細加工物とその方法に係り、とくに物理的スパッタ法による微細加工方法と、この方法を用いて形成した薄膜磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のリソグラフィ技術において湿式エッチングや反応性乾式エッチングでは加工できない場合には、被加工薄膜にレジストパターンを形成し、レジストのない部分の被加工材料をイオンミリングにより除去するようにしていた。この方法はFeNi、CoTaZr等の磁性体の微細加工には欠かせない方法であり、このようなエッチングには例えばフェノールノボラック系レジストが用いられていた。上記イオンミリングにおいては、被加工薄膜と同時にレジスト膜もエッチングされて消耗されるので、レジスト材の耐エッチング性が要求される。例えばArのイオンビームを用いるイオンミリングにおいては被加工膜厚の2倍以上のレジスト膜厚が必要になる場合が生じ、このため加工精度が向上しない等の問題があった。

【0003】 上記問題の解決には薄くて丈夫なレジスト膜が要求され、この線に沿って、特開昭63-76438号公報においては、炭素質薄膜とケイ素を含有する有機高分子薄膜からなる2層膜を用いることが開示されている。また特開昭63-168810号公報には、スパッタ炭素膜とフォトリジストの2層膜を用いて薄膜磁気ヘッドの磁性体をパターン化することが開示されている。さらに特開昭64-24049号公報には、石英基板をフィルム状ダイヤモンドのパターンマスクを用いてエッチングすることが開示されている。上記ダイヤモンド層は、例えば1987年、産業図書社より発行の犬塚直夫著「ダイヤモンド薄膜」に記載の気相体堆積法により形成することができる。また、上記気相体堆積法の中で比較的低温でダイヤモンド薄膜を堆積することができる有磁場マイクロ波CVD法に関しては、鈴木、他が電子材料誌、第28巻、第8号、p51-56に「有磁場プラズマCVD法によるダイヤモンド合成」として紹介

している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記イオンミリングにおいてレジスト膜の膜厚を薄くするためには、レジスト材のエッチング速度を遅くする必要がある。しかしながら例えば上記特開昭63-168810号公報に開示の方法では、スパッタ炭素膜（マスク）とパーマロイ（被加工膜）とのエッチング速度比が1:1~1:1.5程度もあり、これにより加工精度が制約されるという問題点があった。本発明の目的は、上記従来技術の問題点を改善して加工精度を向上することのできるパターン形成方法および薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、パーマロイなどの被加工膜を気相より生成したダイヤモンド膜のレジスト層を用いてイオンミリングによりパターン加工するようにする。また、上記の方法により薄膜磁気ヘッドの磁気トラック部パターンを形成するようにする。

## 【0006】

【作用】 本発明は主としてダイヤモンドから成る第1層にレジストパターンを転写し、この第1層をマスクとして被加工薄膜をエッチングし、被加工薄膜に精度よく所定のパターンを形成するものである。この場合、第1層は主としてダイヤモンドからなる層で形成されているためイオンミリングなどの高エネルギーイオンに対する耐性が磁性体やジルコニアよりも5~10倍高く、薄膜厚で十分なエッチングマスクとすることができる。また、O<sub>2</sub>プラズマにより容易にエッチングされるので、Siを含有するレジストと組合せることで容易に難加工材料の高精度パターン化が可能となる。

## 【0007】

【実施例】 図1は、本発明によるパターン形成方法の工程図であり、これにより例えば薄膜磁気ヘッドの磁気トラックパターンを形成することができる。本発明においては図1(a)に示すように、基板1上に積層したパーマロイ膜2をその上のダイヤモンド層3にパターンを形成して加工する。上記ダイヤモンド層3上に図1(b)に示すように、例えば、高分子誌、第463巻、第6号(1988年)の第460~463頁に記載のレジスト材を用いて、光または放射線に感応しかつSiを含有する有機高分子層4をスピンコート法（湿式塗布法）により形成する。なお、有機高分子層4は有機化合物蒸気を用いるプラズマ重合法や真空蒸着法等の気相体堆積法により形成することもできる。

【0008】 次いで図1(c)に示すように、有機高分子層4に通常のリソグラフィ（露光、現像）工程により所定のパターンを形成する。次いで図1(d)に示すように、有機高分子層4に形成されたパターンをマスクとしてダイヤモンド層3にO<sub>2</sub>を用いたドライエッチング

3

法によりパターンを形成する。この時、有機高分子層4のエッチング速度はダイヤモンド層3のエッチング速度より遅いことが必要である。なお、上記ドライエッチングには異方性の優れたリアクティブイオンエッチング(RIE)が望ましい。次いで図1(e)に示すように、有機高分子層4を通常のフォトリソスト剥離剤を用いて除去する。次いで図1(f)に示すように、ダイヤモンド層3のパターンをマスクにして異方性の優れたイオンエッチングやイオンミリングによりパーマロイ膜2をパターン化する。最後に図1(f)に示すように、O<sub>2</sub>を用いたドライエッチングによりダイヤモンド層3を除去する。なお、支障なければダイヤモンド層3はそのまま残しておく。

【0009】次に上記本発明の工程による具体例を説明する。

〔実施例 1〕まず、直径3インチのシリコンウェハを基板1としてその上に厚さ3 $\mu$ mのパーマロイ(NiFe)膜2をスパッタリング法により形成する。次いでダイヤモンド層3を次の手順で作成する。すなわち、有磁場マイクロ波CVD装置の電極上に基板1を設置して200℃に加熱し、真空槽を0.0001Paの真空度まで排気した後、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH/H<sub>2</sub>の混合ガスを供給して100mTorrに保つようにする。この状態で2kWのマイクロ波電力を印加してプラズマを発生したまま10時間保持した後、N<sub>2</sub>パージをして大気圧にもどし基板1をとり出して、0.6 $\mu$ m厚のダイヤモンド層3を形成する。次いで上記ダイヤモンド層3上に有機ケイ素レジスト(粘度15cSt)をスピコートして1 $\mu$ m厚の有機高分子層4を形成する。ついで、有機高分子層4に5 $\mu$ mのラインアンドスペースのパターンを有するフォトマスクを通して紫外光(365nm)を500mJ/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度で露光し、0.7%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液に2分間浸して現像し、有機高分子層4をパターン化する(図1(c))。

【0010】次に、この基板を高周波プラズマ装置に設置し、真空排気後O<sub>2</sub>ガスを毎分5mlの流量で導入して1.3Paとし、13.56MHz、200Wの高周波電力を30分間放電後、上記O<sub>2</sub>ガスを止めて一旦真空排気した後大気圧に戻すようにする。この結果、有機高分子層4のパターンをダイヤモンド層3に転写される(図1(d))。図1(f)のパーマロイ膜2の除去は以下のように行う。上記基板をイオンミリング装置に設置し、加速電圧700V、減速電圧200V、アーク電圧80V、Ar流量毎分15ml、イオン入射角0度の条件下で80分間イオンミリングを行ない露出していた部分のパーマロイを除去する。最後に、残っているダイヤモンド層3をこの層のパターン化(O<sub>2</sub>エッチング)に用いた装置により除去する(図1(g))。上記工程により作成したパーマロイ膜2のパターン幅は5 $\pm$ 0.

4

15 $\mu$ mの範囲であった。これより平均的に0.1 $\mu$ m程度のパターン精度が得られることがわかる。

【0011】〔実施例 2〕有機高分子層4をプラズマ重合により形成した。他の工程は上記実施例1と同様である。まず、ダイヤモンド層3のパターン化に用いた上記高周波プラズマ装置の80℃に加熱した接地側電極に基板を設置し、真空槽内を0.0001Paまで排気した後、メチルイソプロピルケトンとビニルトリメチルシランの1:1(流量比)の混合ガスを大気圧換算で毎分5ml供給し、排気速度を調整して内圧を10Paに保った。次に非接地電極に13.56MHz、80Wの高周波電力を20分間印加してプラズマ重合を行い、厚み0.3 $\mu$ mの有機高分子層4を形成した。次いでこの有機高分子層4に、5 $\mu$ mのラインアンドスペースのパターンを有する石英マスクを通して254nmの遠紫外線を5000mJ/cm<sup>2</sup>の密度で照射し、水とイソプロピルアルコールの1:4(体積比)混合溶剤に浸して現像してパターンを形成した。上記有機高分子層4のパターンにより形成したパーマロイ膜2のパターン幅は4.9 $\pm$ 0.15 $\mu$ mに収まっていた。

【0012】〔実施例 3〕図2(a)は薄膜磁気ヘッドの部分断面図、同図(b)は薄膜磁気ヘッドの上面図である。本実施例ではパーマロイ層(磁気トラック)の幅加工に本発明を適用する。非磁性基板5にパーマロイを2.0 $\mu$ mの厚さにスパッタリングし、フォトリソ技術によって下部コア層6とする。次いでAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングにより0.5 $\mu$ mの厚さに形成し、フォトリソ技術を用いてギャップ層7を形成する。次いでポリイミド樹脂(PIQ)を回転塗布、加熱硬化し、フォトリソ技術によりパターン化して厚さ2 $\mu$ mの絶縁層8とする。次いでCuを1.5 $\mu$ mの厚さにスパッタリング法で形成し、フォトリソ技術を用いてらせん状にパターン化してコイル9とする。

【0013】この上にポリイミド樹脂の絶縁膜を厚さ2.5 $\mu$ mに形成して絶縁層10とする。次いでパーマロイを1.5 $\mu$ mの厚さにスパッタリングして上部コア層11を形成する。上記上部コア層11を、0.3 $\mu$ mのダイヤモンド層3と0.2 $\mu$ mのプラズマ重合による有機高分子層4を用いて実施例2と同様にしてパターン化する。図2(b)に示した上部コア層11の先端部のトラック幅12は10 $\pm$ 0.5 $\mu$ mの範囲内に納まっており、その書き込み、読みだし特性は実用上十分に満足すべきものであった。なお最後に、上部コア層11上に10 $\mu$ m厚のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をスパッタリングして保護膜を形成する。

【0014】〔比較例〕図1において、ダイヤモンド層3を従来の2 $\mu$ m厚のスパッタカーボン膜3に変えた場合には、上記トラック幅12は10 $\pm$ 1.0 $\mu$ mとなり、上記本発明に較べてバラツキが倍増し十分な加工精度が得られなかった。

5

【0015】

【発明の効果】耐イオンミリング性の優れたダイヤモンド膜を用いるので、レジスト膜厚を大巾に薄くしてパーマロイ等の被加工材を高精度にパターン加工することができる。このため、本発明のパターン形成方法を薄膜磁気ヘッドの磁気トラックを構成するコア部に適用すると、トラックピッチを精度よく微細化することができる。

【図面の簡単な説明】

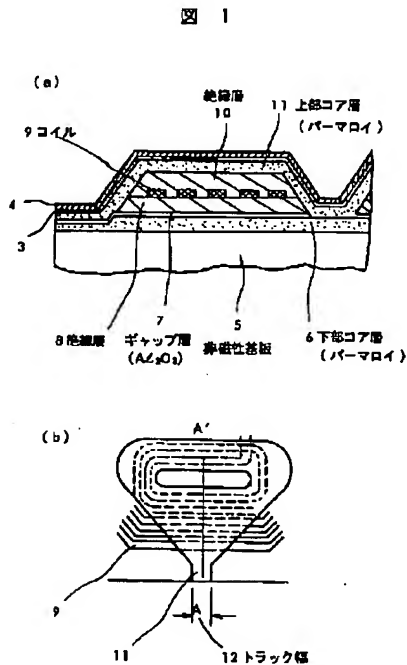
【図1】本発明の一実施例のパターン形成方法を示す工程図

【図2】薄膜磁気ヘッドの断面および上面図である。

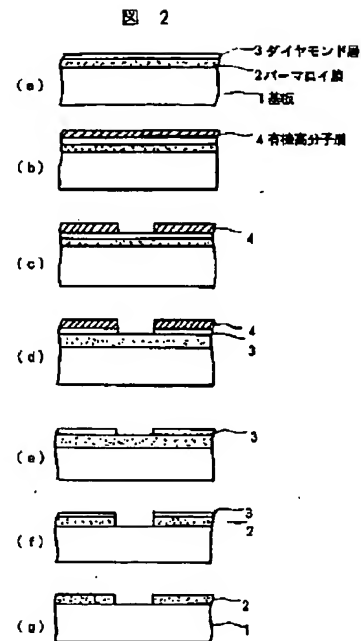
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 パーマロイ膜
- 3 ダイヤモンド層
- 4 有機高分子層
- 5 非磁性基板
- 6 下部コア層
- 7 ギャップ層
- 8 絶縁層
- 9 コイル
- 10 絶縁層
- 11 上部コア層
- 12 トラック幅

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 天辰 篤志

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内